

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-504223

(P2002-504223A)

(43) 公表日 平成14年2月5日(2002.2.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テロート* (参考)
G 0 1 P 15/09		G 0 1 P 15/09	
B 6 0 R 21/32		B 6 0 R 21/32	
G 0 1 L 1/16		G 0 1 L 1/16	B
		5/00	F
		5/16	
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 22 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願平9-517622	(71) 出願人	トラスティーズ オブ ボストン ユニバーシティ
(86) (22) 出願日	平成8年10月30日(1996.10.30)		アメリカ合衆国 02215 マサチューセツ
(86) 翻訳文提出日	平成10年5月6日(1998.5.6)		ツ州 ボストン ベイ ステート ロード
(86) 国際出願番号	P C T / U S 9 6 / 1 7 7 2 6		147
(87) 国際公開番号	W O 9 7 / 1 6 7 3 5	(72) 発明者	ハバード, ジェームス, イー. ジュニア.
(87) 国際公開日	平成9年5月9日(1997.5.9)		アメリカ合衆国 03038 ニューハンプシ
(31) 優先権主張番号	0 8 / 5 5 2, 5 4 5		ヤール デリール ドルー ウッツ ドライ
(32) 優先日	平成7年11月3日(1995.11.3)		ブ 61
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	弁理士 秋元 輝雄
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 リアルタイムのサイドインパクト検知及びオフライン・ダイアグノスティックス

(57) 【要約】

低コストで、広帯域の“スマートスキン”インパクトセンサが、自動車の側面インパクト検知と診断への適用に開発された。前記センサー(10)は、ピエゾポリマー・スマートスキン技術に基づくものであり、自動車のサイドパネルにそう衝撃位置と衝撃エネルギーとをリアルタイム(即ち、ミリ秒のフラクショナル)で検知できる。前記センサーは、製造が容易であり、大量生産で低コストのものであり、センサーの他のデバイスと協調し、信頼でき、効率的で、エネルギー管理のもとにエアバッグの展開作動が得られる。相応しい空間シェーディング技術と共に、検知電極(16)は、第1と第2の電極(161, 162)を備え、第1のセンサー電極(161)は、前記検知電極(16)の長さ方向にそって、前記第2のセンサー電極(162)の厚さに反比例してリニアに変化する厚さを有しており、これは、前記センサー(10)が衝撃角度と衝撃を与えるボディの速度とを報告するように構成できることが示されている。

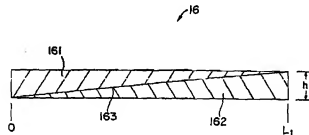


FIG. 3

【特許請求の範囲】

1. インパクト領域におけるオブジェクトのインパクトのデータ特徴を感じる装置で、以下を包含するもの：

前記インパクト領域に位置する接地電極；

少なくとも一部が前記接地電極に配置され、固定されているビエゾポリマーフィルム；

前記インパクト領域における前記ビエゾポリマーフィルムの少なくとも一部に重ねて配置されているセンサー電極；及び

前記接地電極と前記センサー電極とをクロスする電位差に基づいて、前記ビエゾポリマーフィルムに対するインパクトのひずみエネルギーのトータルを検知する手段。

2. インパクトを与えるオブジェクトが前記インパクト領域に関し、ノーマルで横方向の速度成分を有し、前記装置は、さらに、前記インパクトを与えるオブジェクトのノーマルの速度成分を検知する手段を包含する請求項1の装置。

3. 前記センサー電極にそうインパクト位置を検知する手段をさらに備える請求項1の装置。

4. 前記オブジェクトが前記センサー電極をインパクトする角度を検知する手段をさらに備える請求項1の装置。

5. 前記センサー電極が第2のセンサー電極に取り付けられた第1のセンサー電極をさらに備え、前記第1と第2のセンサー電極がそれらの長さ方向にそう組み合わせられた状態での厚さが均一にする請求項1の装置。

6. 前記第1のセンサー電極が、その長さ方向にそっての厚さがリニアに変わる厚さをもつ請求項1の装置。

7. 前記第2のセンサー電極が、その長さ方向にそっての厚さがリニアに変わる厚さをもつ請求項1の装置。

8. 前記第1のセンサー電極が前記センサー電極の長さ方向にそって、前記第2のセンサー電極と反比例してリニアに変化する厚さをもつ請求項1の装置。

9. 第1と第2のフェースプレートにさらに備え、前記第1のフェースプレートは、前記接地電極を覆い、前記第2のフェースプレートは、前記センサー電極を覆う請求項1の装置。

10. 前記第1のセンサー・フェースプレートは、前記接地電極を実質的に完全に覆い、前記第2のセンサー・フェースプレートは、前記センサー電極を実質的に完全に覆い、前記第1と第2のフェースプレートは、前記接地電極と前記センサー電極の外側で周囲にそって固定され、前記第1と第2のフェースプレートが、これらに対する実質的に全ての衝撃力を前記ビエゾポリマーの平らな面に対し実質的に垂直の方向へトラスミットするようにする請求項9の装置。

11. 以下を包含する自動車用エアバッグを開くためのシステム：

前記インパクト領域における自動車に配置の接地電極；

少なくとも一部が前記接地電極に配置され、固定されているビエゾポリマーフィルム；

前記インパクト領域における前記ビエゾポリマーフィルムの少なくとも一部を覆うように重ねられて配置されているセンサー電極；及び

前記接地電極と前記センサー電極とをクロスする電位差の発生に基づいて、前記エアバッグを開く手段。

12. 以下を包含する請求項11のシステム：

前記接地電極と前記センサー電極との電位差を比較する手段；及び

前記両電極の電位差がスレシヨールド値を越えたとき、前記エアバッグを開く手段。

13. 前記接地電極と前記センサー電極との電位差に基づいて、前記ビエゾポリマーフィルムに対するインパクトのひずみエネルギーのトータルを検知する手段をさらに包含する請求項12のシステム。

14. インパクトを与えるオブジェクトによるインパクトに基づいて自動車のエアバッグを開く方法であって、以下のステップからなる方法：

衝撃が加えられる自動車の部分に接地電極を設置し；

前記接地電極の少なくとも一部にビエゾポリマーフィルムを配置し；

前記ピエゾポリマーフィルムの少なくとも一部をセンサー電極に覆うように重ね；

前記フィルムが衝撃力が加えられるときの前記両電極間の電圧出力を測定し；

前記電圧出力と所定の電圧値を比較し；そして

前記電圧出力が前記所定の電圧値を越えれば、自動車のエアバッグを作動させること。

15. 前記両電極の電圧に基づいて、前記インパクト領域における前記ピエゾポリマーフィルムに作用の前記衝撃のひずみエネルギーのトータルを測定するステップをさらに包含する請求項14の方法。

16. 前記両電極をアクロスする電圧に基づき、衝撃を与えるオブジェクトのノーマルの速度成分を測定するステップをさらに包含する請求項14の方法。

17. 前記ピエゾポリマーフィルムにそう衝撃位置のセンターを測定するステップをさらに包含する請求項14の方法。

18. 前記オブジェクトが前記センサー電極に打ち当たる角度を測定するステップをさらに包含する請求項14の方法。

【発明の詳細な説明】

名称 リアルタイムのサイドインパクト検知及び
 オフライン・ダイアグノスティックス

発明の背景**発明の分野**

この発明は、センサー、特に、ピエゾセンサーに関するものであり、該センサーは、ひずみエネルギー、速度、力のセンサー及び衝突の衝撃角度を測定でき、これらは、自動車のエアバッグシステムへの適用に適しているものである。

従来技術の記述

正面側エアバッグは、殆どの現在の自動車における標準装備となつてゐる。1960年代に遡る最初に提案された機械式トリガー装置に基づいて、殆どの現在のエアバッグは、電子加速度計により制御されている。モダンなエアバッグ構造の近來の傾向は、ソフリスケートされたシステムを目指すもので、これらシステムは、エネルギー管理、即ち、エアバッグが開くときエアバッグのポテンシャルのクッション力を100%以下にしようとするものである。自動車の速度、衝突の強度、搭乗者の重量のようなファクターに基づいて、将来のエネルギー管理によるエアバッグシステムは、エアバッグのポテンシャルのクッション作用の50%以下からエアバッグのクッション作用の100%にわたる種々様々のレートで開くようになる。これらの配慮は、ドライバー又はパッセンジャーの構成が幼児から大きな成人に及ぶものであるからして、重要なものである。現在のエアバッグは、唯一つのレート：100%で開く。しかしながら、100%の力以下のもので開かせるためには、よりインテリジェントであり、より高度にまとめられ、低コストで、高度の機能性をもつ電子センサー技術が要求される。

サイドインパクトでエアバッグを開かせるための進歩したセンサーの構造は、意欲をかきたたせるものである。サイドインパクト・エアバッグシ

ステムは、自動車のドライバー側又はパッセンジャー側の衝突の際、自動車搭乗

者を保護する。これらのシステムは、1997年モデルから1998年モデルの年式による広範囲な普及に的を絞っている。現在の自動車で顕著な正面側インパクトのエアバッグシステムと同様に、サイドインパクト・エアバッグシステムは、自動車の側面側における加速度を計測して衝突を検知する。

代表的なサイドインパクト・エアバッグの実施においては、自動車のドアパネルの内部又はドア近くにある電子コントロールモジュール内に加速度計を内蔵させている。この加速時計がサイドインパクトを検知する。電子コントロールモジュールは、加速度計の出力を絶えずモニターし、このデータを解析してクラッシュ（衝突破壊）の電子サイン（電子的特徴・電子シグネチャー）をさがす。

サイドインパクト、そして、特にドアに対するサイドインパクトのダイナミックス（力）は、自動車のサイドドアがぶち当てられると、そのドアのピームとアウトパネルとが基だしく変形する一方、クラッシュの早期の段階では、車室における速度変化は、比較的小さなものである。サイドドアと車室との間のこのような速度の相違は、自動車の変形又はクラッシュにあらわれる。コネンショナルの加速度計は、ドアの三つの箇所に配置されているのが通常であり：即ち、一つは、所謂Aピラーと称されるサイドドアのフロントに、一つは、サイドドアの背後又はBピラーに、そして、一つは、サイドドアのセンターに配置されている。

クラッシュが検知されると、サイドインパクト、エアバッグが開いて、自動車の搭乗者を補助的に保護する。サイドインパクトに含まれる力は、前部又は後部側からのインパクトのものとは大幅に相違するので、信頼できるエアバッグ展開のためにユニークなセンサーが必要である。センサーをベースとしている会社は、前記の適用のため、インテリジェントで、低コストで、高度にまとめられたセンサーを作るのに努力しているが、使用に適するものは、未だに得られていない。

従来技術のサイドエアバッグシステムは、サイドインパクトを受けると、望ましくは、少なくとも一つの加速度計センサーがトリガーされるように

なる。実際の場面においては、クラッシュ信号（シグネچチャー）を発するに必要な程度にサイドインパクトが前記加速度計に振動を与えない場合が多い。このことは、衝突する自動車がいずれの加速度計にも直接打撃を与えない場合に特に起こり勝ちのことである。したがって、サイドインパクト・エアバッグ展開システムは、理屈では魅力があっても、実際には役立たない場合が多い。

発明の概要

この発明の目的は、ドアパネルへの当たり場所に関係なく、インパクトの速度に関係なしに、サイドインパクトに応答するサイドインパクト・エアバッグ展開センサーを提供することを目的とする。

さらに、この発明の目的は、サイドインパクトのエネルギーを測定できるセンサーを提供することを目的とする。

さらに、この発明の目的は、自動車のドアパネルにそったピエゾポリマー・センサーを用いて、サイドインパクトを感知し、前記サイドインパクトのある特徴が所定のスレシヨールド値を越えたとき、サイドエアバッグを作動させることにある。

さらに、この発明の目的は、サイドインパクトのスピード又はペロシテイ（速度）を測定できるセンサーを提供することを目的とする。

さらに、この発明の目的は、サイドインパクトを受けたとき、ドアパネルにそった力の位置又はセンターを測定できるセンサーを提供すること目的とする。

さらにまた、この発明の目的は、自動車におけるエアバッグシステムを開くために、ピエゾポリマースキンにそったエネルギー、インパクト角度及び位置の測定を適用することにある。

前記センサーは、ピエゾポリマースマートスキン・テクノロジーの使用をベースとし、自動車のサイドパネルにそったリアルタイム（即ち、ミリ秒のフラクシヨン）でインパクト位置とインパクトエネルギーとを感知できる。さらに、オフライン・ダイグノスティックスと結合すれば、自動車側面へのインパクトのインパクト角度とスピードとが測定できる。これらの後記した量（インパクト角度とインパクトスピード）は、保険目的のために重要なものとなるもの

で、誰が衝突の際過失があったかを決定するのに役立つ。

サイドインパクトを感知する変形感知”クラッシュセンサー”は、エアーパーグの開きを効果的に、かつ、信頼できるようにするために、サイドドア構造部に配置される。この位置は、結果的に搭乗者に打撃を与える自動車の部分の速度変化を感知する点で、エッセンシャルのものである。衝突した自動車と衝突された自動車との間の力関係（ダイナミックス）は、インパクト位置と角度、インパクトスピードによって表されるインパクトエネルギー及び衝突してくる自動車の強度と重量のファンクションである。製造が簡単なセンサーは、大量生産でコストが安く、センサーにおける他のデバイスと一緒に使用でき、信頼性があり、効果的で、エネルギー管理のエアーパーグ開きシステムを提供できるものである。

図面の簡単な説明

図1は、好ましい実施例によるピエゾセンサーフィルム構造の略図的説明図である。

図2は、フェースプレートを取り付けた前記センサー構造の略図的説明図である。

図3は、好ましい実施例によるセンサー電極の略図的平面図である。

図4は、エアーパーグを開くための応答ユニットに結合されたコントロールユニットに電気的に結合された前記センサーシステムのブロック図である。

好ましい実施例の詳細な説明

図1は基本的なセンサ構造を示す図である。センサ10は、一対の対向した実質的に平行な導電層14、16の間に配置されたピエゾ層（フィルム）12を備える。しかしながら、他のセンサ材料がピエゾポリマーフィルムの代わりを使用され得る。例えば、ピエゾ結晶、光学ファイバー、歪みゲージ、または衝撃力を受けて電気的な出力を生ずる他の電気的に動作する材料がセンサ材料として使用され得る。導電層の一方は基板電極14であり、他方はセンサ電極16である。一対のセンサ支持基板18、20が電極の外側に配設されている。センサ支持基板18、20は、好ましくは厚み15/1000インチ、長さ2フィート

の金属の表面板（フェイスプレート）である。センサ支持基板18, 20は、好ましくはその周辺に沿ってクランプされる。例えば、リベット22, 24（図2に示されるように）は、表面板18, 20をクランプするために使用されるクランプ用デバイスの一例である。表面板18, 20のクランプされた境界部は、表面板への衝撃の角度とは無関係に、ピエゾフィルム12に伝達される唯一の力が、ピエゾフィルム表面の平面に直交する方向となることを確実にする。換言すれば、この力は3-3座標方向に沿ってピエゾフィルム12に加えられる。加えて、センサ支持基板18, 20は、好ましくは絶縁材料で被覆された一方の側面と、接地平面を形成する他方の側面とを有する。センサ全体の構造は、接地された2つの薄い金属表面板の間にサンドイッチされたものとなり、かくして信号対雑音応答および周囲との分離を改善するための効果的なEMIシールドが提供される。

センサの原理的な変換素子は、好ましくは圧電ポリマー、ポリフッ化ビニリデンまたはPVDFフィルムである。このフィルムの電気的な応答性は、このフィルムの表面に垂直（ノーマル）歪みの場に加えられた時に、次式で表される電荷の分布 $q(x, t)$ が結果としてフィルムの表面に現れるものである。

$$q(x, t) = \left[\frac{k_{33}^2}{g_{33}} \right] \cdot \varepsilon_{film}(x, t) \quad (1)$$

ここで、

$\varepsilon_{film}(x, t)$ = PVDF層に作用するように加えられた垂直歪み

k_{33} = 電気機械的な結合係数

g_{33} = センサの平面に垂直または3-3座標方向に沿うPVDF

F層の圧電歪み定数

である。

基板電極14は、電荷を収集する期間は接地電極として作用する。図3に示すように、センサ電極16は、空間的な電荷収集電極として形成されている。センサ電極16は、電極161と電極162を有する複合積層体である。電極161, 162は、それらの間にリニアな境界部162を有する。センサ電極の

0と1との間の長さに沿って、電極161, 162は逆の関係で高さhを変化させる。即ち、一方の電極が小さくなると、他方が比例して大きくなる。当業者には明らかなように、リニアな荷重を得るために、分離した先端は電極161および電極162から離される。加えて、点0に近い衝撃は電極161に対し相対的に小さい電圧出力を生じ、また電極162に対し相対的に大きな電圧出力を生じさせる。逆のことが点L1の近くに衝撃が発生した場合に生ずる。形成電極16は固有の重量を示し、また次式で示される蓄積電荷Q(t)を収集する。

$$Q(t) = \frac{k_{33}^2}{g_{33}} \int_D b(x) \cdot \varepsilon_{film}(x, t) \cdot dx \quad (2)$$

ここで、

Q(t) = 加えられた圧縮歪みの場の結果としてP(V)DF表面上に生成された全電荷の加算合計

b(x) = センサの動作開口として規定された電荷収集電極の空間プロフィール

である。

P(V)DFセンサの能動コア12は、その両側面が接地されて効果的なEMIシールドとなっているため、2つの電極の間に配置された単純な誘電体材料と等価になる。センサ出力電圧 $v_o(t)$ は、それ故、単純な容量モデルに基づいて求められる。

$$v_o(t) = \frac{Q(t)}{C_{sensor}} \quad (3)$$

ここで、

C_{sensor} = 合計センサ容量

である。

式(2)のQ(t)を式(3)に代入すると、結果として得られる多層積層膜は、空間的に重み付けされた出力電圧 $v_o(t)$ を効果的に生成する。この電圧の値は、加えられた歪みの場に比例したものである。

上述した解析は、センサ10の衝撃付加が一次的にはPVDフコア12に垂直歪み(3-3座標方向に沿った)を加える結果となり、また能動コア、即ちPVDフフィルム材料の剪断が生じないことを想定している。このことを確実にするために、センサ10は好ましくは、表面板18、20の頂面および底面の双方の面内または長さ方向の移動が等しくなるように設計される。このことはセンサ10の能動コア12内の剪断歪みを防止し、PVDフフィルム12に作用する合計剪断力が無視できるものになる。図2に示すように、表面板の周縁に沿ったリベット結合22、24は、この目的を達成する。PVDフコアの剪断歪みを防止することに加えて、表面板の端部境界はまた、ドアのビーム(梁)への衝撃付加の結果として、センサ10の横方向の変位がセンサコア12内に純粋な圧縮歪みを生起し、かくして能動PVDフ上に純粋な垂直歪みを生成することを確実にする。

横方向のドアビームに堅固に結合された表面板18に関して、このシステムの力の連続性の考察は、衝撃の期間に生ずる横方向のドアビームの移動とこれに付随してPVDフ検出フィルムを横断する移動との間の以下に示す関係を明らかにする。

$$y_{film}(x, t) = \frac{K_{fp1}}{K_{film} + K_{fp1}} \cdot y_{door}(x, t) \quad (4)$$

ここで、

$y_{film}(x, t)$ = フィルムを横断する移動

K_{film} = PVDフフィルム層のバネ定数

K_{fp1} = センサ表面板20のバネ定数

$y_{door}(x, t)$ = 衝撃に起因するドアに沿った横方向の変形

である。

表面板18はドアビームに直接結合しているので、表面板がドアビームの移動で直接駆動されるときは、表面板18の硬さ K_{fp2} はセンサ出力を決定する要因とはならない。外側の表面板即ち表面板20の相対硬さ K_{fp1} だけが、フィルム硬さ K_{film} と比較したときに、能動PVDフコア12から見て、加えられ

た歪みの場に貢献する。仮に、例えば、フィルム硬さ K_{fil} がゼロであった場合、大きなフィルム移動 y_{fil} が理論的には可能である。一方、フィルム硬さ K_{fil} が表面板20のそれに比べて大きい場合は、小さなフィルム移動 y_{fil} が生じ(式(4)右辺の分母が大きい)、そして相対的に低いセンサ出力レベルが得られる。もし、フィルム12と表面板20が同じ硬さ($K_{fil}=K_{pi}$)を有しているとすれば、フィルム移動 y_{fil} はドアビームのその半分になる。設計上のトレードオフは、それ故、センサ性能の強さおよび寿命と同様に、良好な信号対雑音比を提供するように設定されなければならない。

以下の分析のために、目標車両が2つの関連した部品、即ちサイドドアビームおよびアウターパネルと、そして搭乗者用の客室とを備えるものとする。サイドドアが、衝撃を与える車両によって衝突されると、ドアビームおよびアウターパネルは、衝撃の初期段階として客室が僅かに速度の増加を受ける間に、か

なり変形する。ドアの要素の慣性を無視し、また衝撃の初期段階ではエネルギーの消費がないものと仮定すると、ドアによって得られた最大歪みエネルギー U_{door} は、衝撃を与える車両の元の運動エネルギーと等しい。等式で表現すると、次のようになる。

$$U_{door}(t) = \int_D P_{door}(x,t) \cdot dx = \frac{1}{2} m_0 v_{norm}^2(t) \quad (5)$$

ここで、

m_0 = 衝撃を与える車両の質量

v_{norm} = 衝撃を与える車両の垂直速度

$P_{door}(x, t)$ = ドアに加わる衝撃力

である。

更に、ドアに特定すると、

$$P_{door}(x,t) = K_{door} \cdot y_{door}(x,t) \quad (6)$$

となる。

ここで、

K_{door} = ドアビームとパネルの硬さ

$y_{door}(x, t)$ = 衝撃に起因したドアに沿った横方向の変形

である。

式(6)を式(5)に代入すると、歪みエネルギー U_{door} は次式で与えられる。

$$U_{door}(t) = K_{door} \int_D y_{door}(x, t) \cdot dx. \quad (7)$$

もしセンサ10が強い膜(スマートスキン)としてドアビームに堅固に取り付けられているとすれば、ドアビームの変形プロファイルを想定する必要がある。衝撃の初期段階では、ドアビームのリニアな弾性変形が想定される。この変形は次にセンサ10の横方向の変形を生起させ、その結果としてPVDフコア12に作用する垂直歪みの場合 ε_{film} は、次式で与えられる。

$$\varepsilon_{film}(x, t) = \frac{y_{film}(x, t)}{h_0} \quad (8)$$

ここで、

h_0 = PVDフイルムの厚み

$y_{film}(x, t)$ = 加えられた力に起因するフイルムの変形

である。

式(4)で表現されるセンサとドアの境界条件は、次の力の連続性を生み出す。

$$y_{film}(x, t) = \frac{K_{fp1}}{k_{film} + K_{fp1}} \cdot y_{door}(x, t) \quad (9)$$

式(2), (3)および(8)から得られるセンサ電圧出力 $v_0(t)$ は、

$$v_0(t) = \frac{k_{33}^2}{h_0 \cdot g_{33} \cdot C_{sensor}} \int_D y_{film}(x, t) \cdot dx, \quad (10)$$

で与えられる。

ここで、電極16の側面は、空間的に均一な電極分布のそれと単純に等しい、 $b(x) = 1$ に選択される。

式(9)および(10)を結合すると、次式が得られる。

$$v_0(t) = G_1 \int_D y_{door}(x, t) \cdot dx \quad (11)$$

ここで、利得定数 G_1 は次式で定義される。

$$G_1 = \frac{k_{33}^2 \cdot K_{p1}}{(k_{film} + K_{p1}) \cdot h_0 \cdot g_{33} \cdot C_{sensor}} \quad (12)$$

等式 (5), (6) および (11) を使用すると、側部衝撃の合計歪みエネルギー $U_{door}(t)$ は、次式によってセンサ出力から決定され得る。

$$U_{door}(t) = strain\ energy = \frac{K_{door} \cdot v_0(t)}{G_1} \quad (13)$$

衝撃を与える車両の質量は、オフライン診断（即ち、車両の質量は一般に知られており、従って後から入力することができる）から得ることができるので、衝撃を与える車両の垂直速度 $v_{norm}(t)$ は、等式 (13) を等式 (15) と比較することによって決定することができる。

$$v_{norm}(t) = impacting\ vehicle\ normal\ velocity = \sqrt{\frac{2 \cdot K_{door} \cdot v_0(t)}{m_0 \cdot G_1}} \quad (14)$$

このように分析が垂直、即ち 3-3 歪み成分に規制されているために、衝撃を与える車両の速度成分は、ピエゾフィルム 12 に対し垂直な平面に関して記述されている。更に、得られた結果が全て空間的に均一な電荷収集電極 16 に基づいているため、式 (2) 中のパラメータ $b(x)$ は単位の値を有している。一方、図 3 の電極 16 は、非空間的に均一な応用にも使用できる。ドアビームに沿った衝撃の位置、即ち”力の中心”は、単純にリニアに重み付けし、そして等式 (2) で与えられる出力応答を正規化することによって得ることができる。

均一な電極をその長さ方向の対角線に沿って単純に分割することによって、図 3 に示された電極が得られる。分離した電極の先端は電極 161 および電極 162 から離される。リニアに重み付けするための 2 つの可能な電極候補 161, 162 は、このことによって形成される。より特定すれば、電極 161 は次のように表現できる。

$$b(x) = b_0 \cdot (L_1 - x) \quad (15)$$

ここで、

b_0 = 一般化された空間利得定数

$x = 0$ および L_1 (図3) 間の x 座標に沿ったセンサ16上の位置

L_1 = センサの動作開口の固有の長さ

である。

同様に、センサ162は $b(x) = b_0 \cdot x$ と等式(2)によって記述され、電極162のために、次のように書き直される。

$$Q_{LN}(t) = \frac{k_{33}^2 \cdot b_0}{g_{33}} \int_0^{L_1} x \cdot e_{film}(x, t) \cdot dx. \quad (16)$$

同様に、等式(11)と等式(2)中の空間重み付け要因 $b(x)$ を使用すると、リニアに重み付けされたセンサ電極162からの電圧出力 v_{LIN} は、次式で与えられる。

$$v_{LIN}(t) = G_1 \cdot b_0 \int_0^{L_1} x \cdot y_{door}(x, t) \cdot dx. \quad (17)$$

さて、衝撃の位置、即ちいわゆる力の中心は、等式(17)および(11) (空間的な均一電極分布を使用する等式(11)を伴い)の比率として得ることができる。即ち、

$$\underbrace{COF(t)}_{0 \rightarrow \frac{b_0}{b_1}} = impact\ location = \frac{b_0 \cdot \int_0^{L_1} x \cdot y_{door}(x, t) \cdot dx}{b_1 \cdot \int_0^{L_1} y_{door}(x, t) \cdot dx} \quad (18)$$

等式(18)において、分子はリニアにまたは空間的に重み付けされた電極、即ち電極162の代表物を表す。一方、等式(18)の分母は、均一な電極、即ちリニアな重み付けをしないセンサ電極16全体を使用することを表す。仮に、例えば、空間利得定数 b_0 および b_1 の双方が単位として選択されたとすれば、衝撃位置がセンサ10の動作開口に沿って0から L_1 (図3)に変化すると

き、COFセンサ出力は0から1に変化する。

センサの軸に沿う衝撃速度、即ち接線衝撃速度 v_{tan} 成分は、衝撃位置 COF の1次導関数を取ることによって求めることができる。

$$v_{tan}(t) = \text{tangential impact velocity} = \frac{d}{dt} \left[\frac{b_0 \cdot \int_0^L x \cdot y_{door}(x,t) \cdot dx}{b_1 \cdot \int_0^L y_{door}(x,t) \cdot dx} \right] \quad (19)$$

衝撃角度は、それ故、次式で決定される。

$$\tan^{-1} \left(\frac{v_{norm}}{v_{tan}} \right) = \theta_{impact} \quad (20)$$

当業者には明らかなように、適当なプロセッサがセンサ電極16に電気的に接続され、スマートスキン圧電センサに沿った衝撃のエネルギー、接線速度および位置／中心を決定することができる。例えば、図4に示すように、センサ10は電気的なバス52を介してプロセッサ50に接続される。プロセッサ50は、電極14、16の電位差に基づいて、接線速度および衝撃の位置／中心を計算するようにプログラムされている。プロセッサは、リアルタイムの測定システムを実現するために前述の電気信号を操作し、そして衝撃のエネルギー、接線速度および位置／中心の結果に依存して、応答ユニット60は側方衝撃（サイドインパクト）・エアバッグシステムを単独で、または他の安全機構と結合して展開するように活性化される。加えて、衝撃を与えた車両の質量が診断装置に入力されると、衝撃角度と衝撃の垂直速度を決定するためにオフラインの診断手法が使用される。

前述した説明による低コスト、高バンド幅の”スマートスキン”衝撃センサは、車両の側方衝撃検出および診断手法への適用に開発される。このセンサは、 piezopolymer・スマートスキン技術に基づいており、車両のサイドパネルに沿った衝撃位置と衝撃エネルギーをリアルタイム（即ち、ミリ秒の単位）で検出することができる。このセンサは、単純に製造でき、また製造量において安価で

あり、更に信頼性のある効果的なエネルギー管理されたエアバッグの配置を実現するためのセンサ配列内の他のデバイスと共に使用することができる。適当な空間投影技術によって、このセンサはまた、衝撃を与えた車両の衝撃角度と速度を報告するように設計され得る。

この発明は、その精神または基本的な特徴から離れることなく、他の特別な形態で具体化され得る。これらの実施例は、それ故、記述された全ての観点に付いて、限定されることなく考慮される。この発明の範囲は、前述の説明よりはむしろ、添付した請求の範囲によって示されており、この請求の範囲の等価な

意味および範囲内の全ての変形は、それ故、本発明に含まれるように意図されている。

【図1】

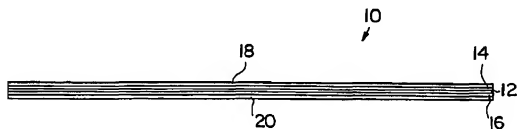


FIG. 1

【図2】

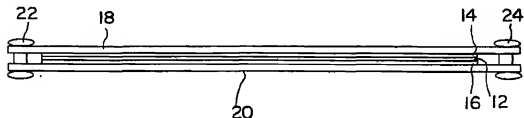


FIG. 2

【図3】

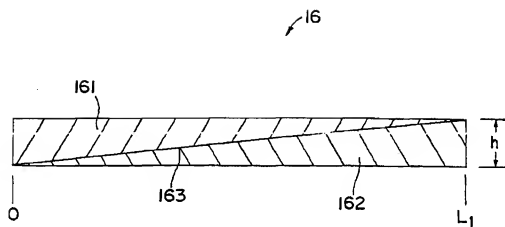


FIG.3

【図4】

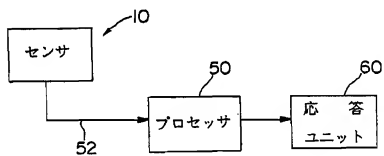


FIG.4

[国際調査報告]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter- national Application No. PC1/US 96/17726	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G01P15/09 G01L5/00	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED Maximum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G01P 601L	
Documentation searched other than maximum documentation to the extent that such documents are indicated in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages Relevant to claim No.
X	DE 37 83 630 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18 August 1988
Y	see column 2, line 32 - column 3, line 25; figure 1
X	EP 0 222 640 A (FRENCH BARRY J) 20 May 1987
	see page 12, line 8 - page 14, line 12; figure 3
Y	GB 2 252 414 A (TAKATA CORP) 5 August 1992
	see page 7, line 4 - page 10, line 16; figure 2
	--- -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the documents is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "A" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 19 February 1997	Date of mailing of the international search report 12.03.97
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 2911 Patentstrasse 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tlx. 31 651 upo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Nessmann, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PC1/US 96/17726

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 810, no. 115 (P-452), 30 April 1986 & JP 60 244863 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 4 December 1985, see abstract ---	3,4
Y	DE 41 35 784 A (TAKATA CORP) 7 May 1992 see column 8, line 12 - line 25; figure 4 ---	9,10
A	DE 37 16 168 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 24 November 1988 see column 4, line 49 - column 5, line 26; figure 2 -----	11-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No.

PCT/US 96/17725

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-3703630	18-08-88	NONE	
EP-A-0222640	20-05-87	US-A- 4761005	02-08-88
		US-A- 4824107	25-04-89
		AU-A- 6345286	16-04-87
		US-A- 4883271	28-11-89
		JP-A- 62176471	03-08-87
GB-A-2252414	05-08-92	JP-A- 4248468	03-09-92
		CA-A- 2059444	05-08-92
		DE-A- 4201644	06-08-92
DE-A-4135784	07-05-92	JP-A- 4169853	17-06-92
		JP-A- 4169854	17-06-92
		CA-A- 2053559	03-05-92
		FR-A- 2669591	29-05-92
		GB-A,B 2250096	27-05-92
		US-A- 5282387	01-02-94
DE-A-3716168	24-11-88	NONE	

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコード^{*} (参考)

G O I P 15/00

G O I P 15/00

D

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN